

하천모델의 원리와 활용방법

〈4〉



朴錫淳

(강원대 자연대 환경학과 부교수)

4.4 확률 모델 입력 화일 작성

확률분석을 수행하기 위해서는 STRESS모델을 이용하여야 한다. STRESS모델을 이용한 확률분석에는 두개의 입력 화일이 필요하다. 하나는 기초 분석을 위한 기초 분석 입력 화일이며 또 하나는 확률분석을 위한 확률분석 입력화일이다. 기초 분석 입력 화일은 기존 STREAM모델 입력화일의 TITLE3에 이어 TITLE4의 내용을 변경하고 TITLE5, TITLE6 및 DATA TYPE 8의 마지막 Column에 유속에 따른 분산값을 입력함으로써 기초 입력자료 화일이 완성된다. 확률분석 입력화일은 시물레이션의 환경과 분산값, 그리고 출력 옵션의 선택으로 구성된다.

4.4.1 기초 입력 화일

1) TITLE

TITLE1에서 TITLE3까지는 STREAM의 입력방법과 동일하다.

TITLE4 : SIMULATION TYPE에는 “DETERMINISTIC” 또는 “STOCHASTIC”을 입력하여 결정론적 분석만을 수행할 것인지 또는 확률 분석을 수행할 것인지 결정한다.

(참고) STRESS모델은 확률분석을 위해 개발되었으나 결정론적 시물레이션을 독립적으로도 수행할 수 있도록 프로그램되어 있다.

TITLE5 : SIMULATION MENU를 지정한다. 지정 방법은 “CAL / VER” 또는 “MONTE - CALRO”를 입력한다. 이 옵션은 TITLE4와 일치해야 한다. 만일 TITLE4에서 “DETERMINISTIC”이 선택되었다면 “CAL / VER”를 입력하여야 하며 TITLE4에서 “STOCHASTIC”이 선택되었다면 “MONTE - CALRO”라고 입력하여야 한다.

TITLE6 : OPTION DATA FILE을 지정한다. STRESS모델을 이용하여 결정론적 분석을 수행한다면 보정 및 검증을 자동으로 수행하기 위해 실측 데이터 화일명을 기입하고 확률분석이 선택되었다면 확률분석을 위한 입력 데이터 화일명이 기록되어진다.

4.4.2 확률 입력 화일

STRESS는 체류시간에 임의현상을 두고 있기 때문에 유입수와 모델 시작점(Head Water)에서도 동일한 임의현상으로 인하여 수질에 무작위적 변화가 있다. 따라서 확률 분석을 위해서는 모델시작점, 점오염원,

—DATA FILE FORMAT TITLE—Stochastic

1.....6	7.....12	.....30	.....80
TITLE 1		C\$	
TITLE 2		C\$	
TITLE 3		C\$	
TITLE 4	SIMULATION TYPE.	C\$	
TITLE 5	SIMULATION MENU.	C\$	
TITLE 6	OPTION DATA FILE.	C\$	

비점오염원에 대한 수질 변화 분산값이 필요하다. 이외에도 확률 분석 지점과 수행 횟수 등을 선택하여야 한다. 본 모델은 이를 화일로서 입력하도록 구성하였으며 작성 방법은 다음과 같다.

1) TITLE

TITLE0 : 화일의 이름과 시뮬레이션의 제목을 12 Column에서 80 Column사이에 기록한다.

—DATA FILE FORMAT TITLE—Stochastic

1.....6	7.....12	.....30	.....80
TITLE 0		C\$	

2) DATA TYPE 1

확률분석 결과를 출력할 화일명 또는 출력 장치를 지정한다. 라인의 1-6Column에 "DATA01"을 기입하며 12-36번째 Column은 주석문이다. 37번째 Column부터 13자(“.”포함)이내의 화일명을 기입한다.

—DATA FILE FORMAT 1—Stochastic

1.....6	7.....12	.....37	.....80
DATA01	OUTPUT RESULT FILE NAME=.	C\$	

3) DATA TYPE 2

모델에는 확률분석 수행시 일양분포 난수를 정규분포 난수로 변환하는 과정이 포함되어 있다. 이때 난수의 정규 변환 정도를 결정하는 변환 계수가 필요하며 일반적으로 0.7에서 0.3의 값을 사용할 수 있다. 라인의 1-6번째 Column에 "DATA02"를 기입한다. 12-

—DATA FILE FORMAT 2—Stochastic

1.....6	7.....12	.....62	.....80
DATA02	HYDRAULIC TRAVEL TIME RANDOM CONVERT COEFFICIENT=.	RS	

61 Column은 주석문을 위한 것이며 62번째 Column부터 변환 계수값을 실수형태로 입력한다.

4) DATA TYPE 3

확률분석의 형태를 정의한다. 라인의 1-6번째 Column에 "DATA03"을 기입한다. 12-39 Column은 주석문을 위한 것이며 40번째 Column부터 "MONTE-CARLO"를 기입하고, " "로서 데이터를 구분한다. 52번째 Column에 시뮬레이션의 수행횟수를 명시하고 한칸 띄고 62번째 Column부터 신뢰구간(%)을 0-100 사이의 값으로 정의한다. (예 : 95.0, 90.0, 68.0 등)

—DATA FILE FORMAT 3—Stochastic

1.....6	7.....12	.....40	.....52	.....62	.....80
DATA03	STOCHASTIC SIMULATION TYPE.	CS	IS	RS	

5) DATA TYPE 4

확률분석을 위한 체류시간에 따른 분산계수값(분산/평균)을 입력하는 부분으로 라인의 1-6번째 Column에 "DATA04"를 기입한다. 12-39 Column은 주석문을 위한 것이다. 2번째 라인의 1-6번째 Column에 총 구간(REACH)수를 기입하며 12번째 Column부터 해당 구간에서의 분산계수 값을 입력한다. 입력되는 데이터의 수는 시뮬레이션하는 총 구간수와 동일해야 하며 입력순서는 구간 번호와 같다.

—DATA FILE FORMAT 4—Stochastic

1.....6	7.....12	.....80
DATA04	HYDRAULIC TRAVEL TIME COEFFICIENT VARIANCE:	
IS	RS RS RS RS RS RS RS RS RS RS RS RS RS RS	

6) DATA TYPE 5

확률분석에 사용되는 모델 시작점, 점오염원, 비점오염원의 유량 및 수질농도에 대한 분산계수값을 순서대로 입력한다. 1번째 라인의 1-6번째 Column "DATA05"를 기입하며 12-80번째 Column은 주석문을 위한 것이다. 2번째 라인은 입력 내용에 대한 주석문으로 1-6번째 Column에 "[CODE]"를 기입하며 12-80번째 Column에 주석문을 기입한다. 세번째 라인의 1-6번째 Column의 해당 항목에 대한 Code를 기입하며 12-80번째 Column에 각 분산값을 순서대로 기입

한다.

-사용 코드(18)

[CODE] FLOW, TEMP, DOCN, BOD5, ORGN, NH3N, NO2N, NO3N, ORGP, PO4P, CHLA, COLF, ANC1, ANC2, ANC3, CON1, CON2

-DATA FILE FORMAT 5—Stochastic

1.....6	7.....12	.....80		
DATA05	VARIANCE DATA FOR MONTE CARLO SIMULATION			
[CODE]	HEAD WATER	POINT LOAD	NON-POINT LOAD	
code	RS	RS	RS	
:				
:				
code	RS	RS	RS	

7) DATA TYPE 6

확률분석을 수행할 계산요소를 선정한다. 선정할 수 있는 최대 지점수는 30개이다. 1번째 라인의 1-6번째 Column에 "DATA06"을 기입하며 12-80번째 Column은 주석문을 위한 것이다. 2번째 라인의 1-6 Column 사이에 선정된 총 지점의 갯수를 기입하고 12 Column부터 구간번호와 계산요소 번호를 하나의 셋트로 하여 연속적으로 기입한다.

-DATA FILE FORMAT 6—Stochastic

1.....6	7.....12	.....80			
DATA06	OUTPUT LOCATION NUMBER(REACH ELEMENT)				
IS	IS IS	IS IS	IS IS	IS IS	IS IS
	IS IS	IS IS	..	..

8) DATA TYPE 7

선정된 지점에서 출력하고 싶은 수질인자가 이 부분에서 선택할 수 있다. 먼저 1번째 라인의 1-6번째 Column에 "DATA07"을 기입하고 12번째 Column부터 주석문이 쓰여진다. 2번째 라인의 1-6번째 Column에 "[CODE]"를 기입하고 12번째 Column부터 수질인자에 해당하는 코드를 기입한다.

-사용 코드(17)

[CODE] TEMP, DOCN, BOD5, ORGN, NH3N, NO2N, NO3N, ORGP, PO4P, CHLA, COLF, ANC1, ANC2, ANC3, CON1, CON2

-DATA FILE FORMAT 7—Stochastic

1.....6	7.....12	.....80		
DATA07	CHOOSE ITEM FOR OUTPUT RESULT			
[CODE]	DOCN, BOD5, SUMN, SUMP, ANCI			

9) END DATA

확률모델 입력자료의 끝을 알린다.

-DATA FILE FORMAT 8—Stochastic

1.....8	9.....80
END DATA	

V. 수행 절차

5.1 STREAM모델

5.1.1 프로그램 개요

STREAM모델은 정상상태에서 결정론적 분석을 위해 사용되며 예측결과를 화일로 출력할 뿐만 아니라 그래프로도 제시한다. 입력 화일은 프로그램 수행 도중에 자판(Keyboard)을 통해 입력할 수 있다.

그림 5.1은 모델의 전체적인 개요를 설명하고 있다. 그림에서 "RUN MODEL"은 모델이 계산을 수행하는 부분으로 시뮬레이션에 필요한 자료가 입력된 화일명을 입력받고 시뮬레이션을 수행하여 모델 예측결과를 입력된 출력 화일명에 출력한다. "RUN GRAPH"기능은 예측결과를 그래픽으로 제시하여 사용자가 모델 수행결과를 분석하는 과정을 용이하게 한다.

5.1.2 수행 과정

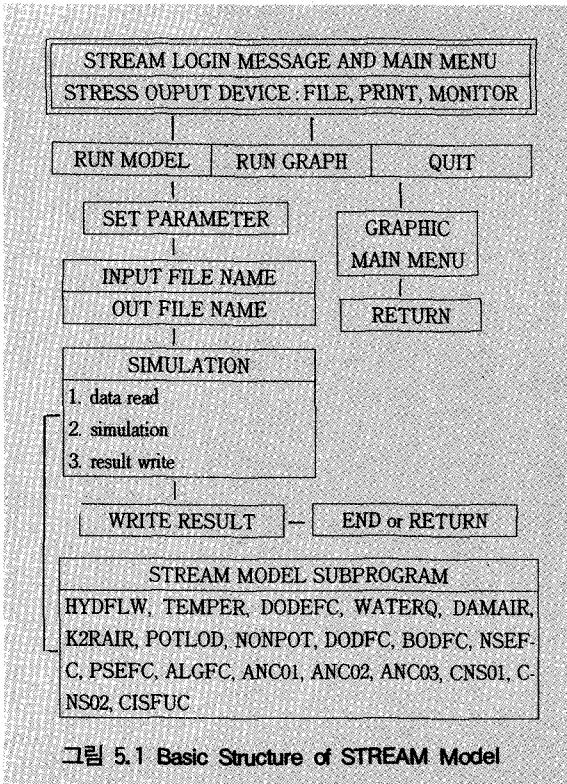
STREAM이 실행되면 그림 5.2의 Login Message와 함께 주 메뉴가 화면상에 표시된다.

그림에서 화살표 키를 이용하여 수행을 결정할 수 있다. 그림 5.3은 예측결과를 그래프로 볼 수 있는 그래픽 메뉴 상황을 보여준다.

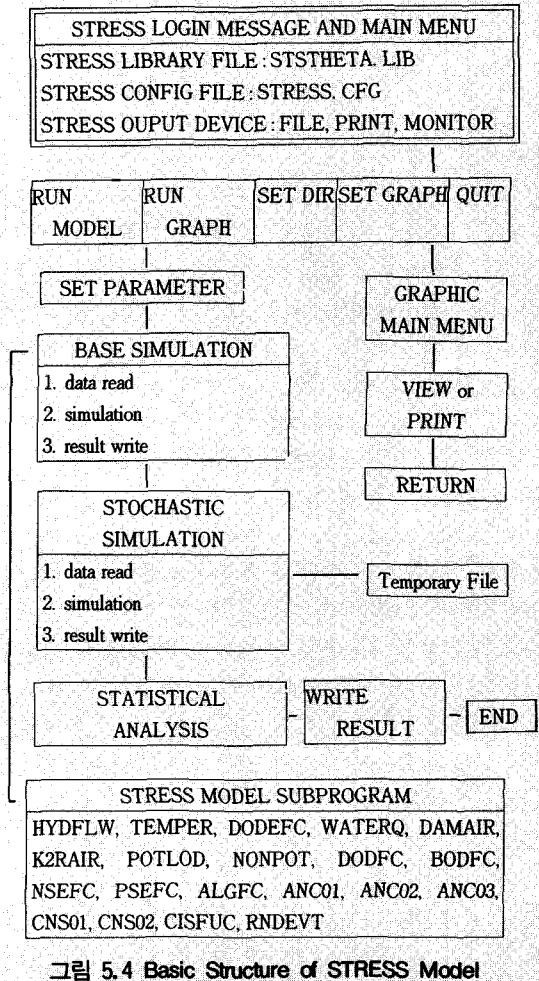
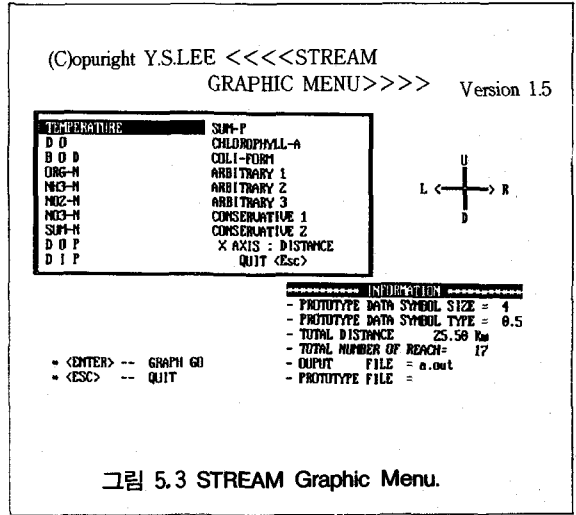
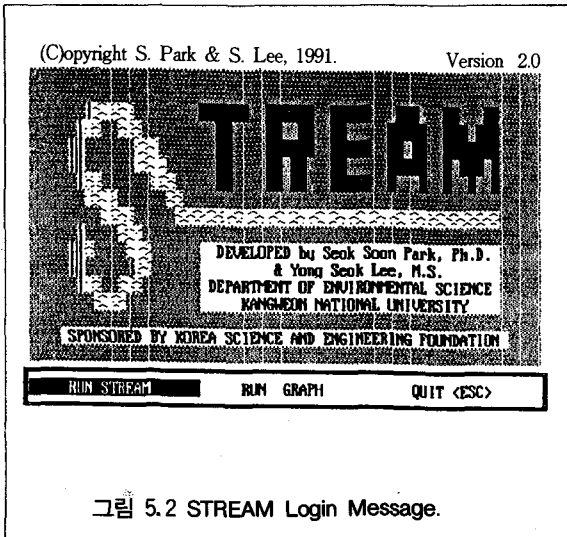
5.2 STRESS모델

5.2.1 프로그램 개요

확률분석을 수행하기 위해서는 먼저 평균 분석이 수행되어야 하므로 STRESS는 기초 시뮬레이션, 문



테 카를로 시뮬레이션, 통계 분석의 세 단계로 구분하여 프로그램 하였다. 전체 프로그램 개요를 그림 5.4에서 볼 수 있으며 주 메뉴의 기능은 다음과 같다.
 RUN MODEL : 확률 시뮬레이션을 담당하는 부분이다.



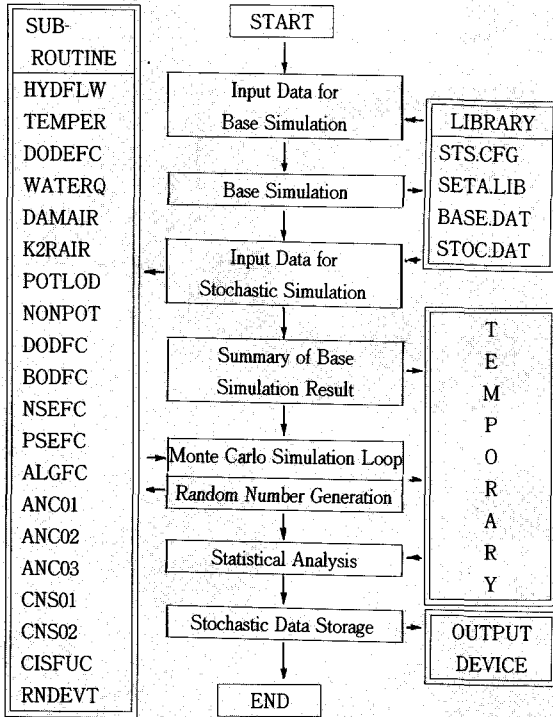


그림 5.5 Simulation Flow Chart of STRESS Model.

RUN GRAPH : 모델의 예측결과를 비교 검증할 수 있도록 한다.

SET DIR : 입력파일명, 출력파일명과 화일이 존재하는 디렉토리의 경로명을 정의하는 부분이다.

SET GRAPH : 그래프의 제목과 스케일을 정하거나 변경하는 부분이다.

QUIT : 종료.

이중 "RUN MODEL"부분에서 시뮬레이션 과정을 그림 5.5에 상세하게 도식하였다. 그림에서 보듯이 먼저 기초 자료를 입력받아 기초 시뮬레이션(Base Simulation)을 실시하고 이 시뮬레이션이 끝나면 확률 시뮬레이션을 수행하기 위한 자료를 읽는다. 이 자료는 확률 모델의 모든 수행 과정을 제어하는 시뮬레이션의 환경, 반복 횟수, 유의성, 출력할 지점, 출력할 수질 인자 등의 프로그램을 제어하는 내용을 포함하고 있으며 사용자에게 의해 정의되어질 수 있다. 몬테 카를로 시뮬레이션 루프는 모델을 반복 수행하면서 분석 결과를 임시파일(Temporary File)에 기록한다. 여기서 난수 발생 부프로그램은 일양 분포 난수를 사용자가 정의한

유의성에서 정규편차 변환을 수행하여 임의현상의 표준편차값에 적용 모델 조건을 변화시키는 역할을 담당한다. 확률 분석은 기본 자료와 문테 카를로 수행결과를 읽어들이 입력 조건에 따라 통계 분석을 수행하고

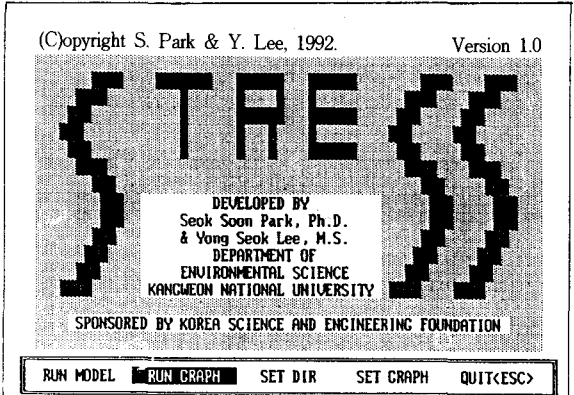
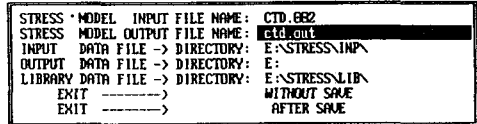


그림 5.6 STRESS Login Message.

<<STRESS Ver 1.0 CONFIGURATION>>



QUIT <ESC>

- PRESENT : ctd.out
- NEW :

그림 5.7 STRESS Input Control Menu.

STRESS GRAPHIC MENU Version 1.0

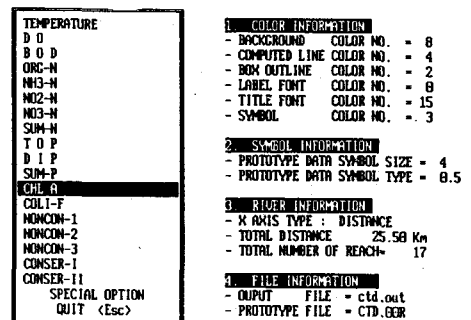
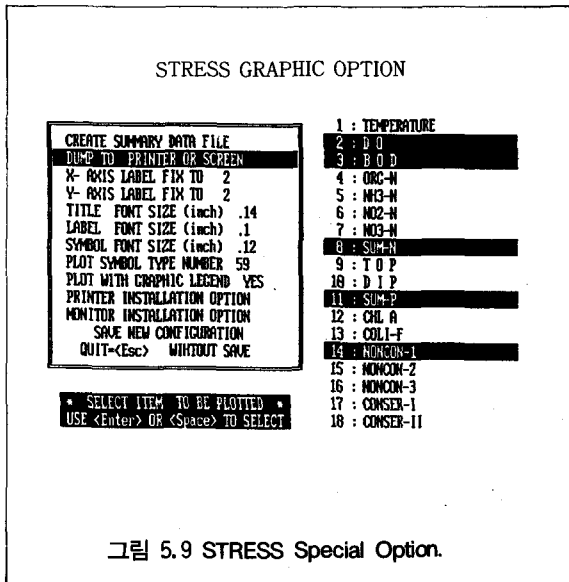


그림 5.8 STRESS Graphic Menu.



그 결과를 보조 기억장치(Hard Disk)에 기록한다.

5.2.1 수행과정

STRESS가 실행되면 그림 5.6의 Login Message와 함께 주 메뉴가 화면상에 표시된다. 그림 5.7은 모델을 실행하기 전에 입력 데이터 파일과 실행 환경을 제어하는 부분으로 제어 내용을 보여 주고 있으며, 그림 5.8은 모델 결과를 그림으로 출력하기 위해 프린트를 제어하고 그림의 양식을 지정하는 그래픽 메뉴로 수질 인자 항목(Item)선택 과정을 보여주고 있다.

VI. 참고 문헌

- 박민대, 박석순, "탄천에서의 STREAM 모델 적용" 대한환경공학회지, Vol. 15, No. 1 인쇄중(1993)
- 박석순, 1990, "생물전산화", 대광문화사, 한국학술진흥재단 번역 No. No. 87, 362pp.
- 박석순, 이용석, 박민대, 1991, "반응조 나열법을 이용한 하천모델개발", Kor. J. Lim., Vol. 24, No. 4: 265-274
- 이용석, 1993, "하천 수질관리를 위한 확률 모델 개발", 강원대학교 환경학과 이학석사학위 논문, 69pp.
- 이용석, 최은주, 박민대, 박석순, "수중식물과 침전물에 의한 용존산소 변화량 결정 : 하천모델 이용법", 한국유수학회지, Vol. 25, No. 4, 215-223(1992)
- 임익순, 소영일, 이종해, 1986, "SPSS를 활용한 현

대 통계학", 법문사, 서울, 885pp.

최은주, 1993, "QUAL2E-UNCAS에 의한 하천 무작위 현상 수치 시뮬레이션", 강원대학교 환경학과 이학석사학위 논문, 62pp.

Banks R.B., 1974, "A Mixing-Cell Model for Longitudinal Dispersion in Open Channels", Water Res. Res., Vol. 10, No. 2: 357-358.

Brown, L.C. and Barnwell, T.O. Jr., 1985, "The Computer Program Documentation for the Enhanced Stream Water Quality Model QUAL2E", U.S. Environmental Protection Agency, Athens, GA.EPA / 600 / 3-85 / 065.

Brown, L.C. and T.O. Barnwell, Jr., 1987, "The Enhanced Stream Water Quality Models QUAL2E and QUAL2E-UNCAS", U.S. Environmental Protection Agency, Athens GA. 30613, EPA / 600 / 3-87 / 007.

Camp, T.R., 1963, "Water and Its Impurities", Chapman and Hall, London.

Chadderton, R.A., A.C. Miller, A.J. McDonnell, 1982, "Uncertainty Analysis of Dissolved Oxygen Model", J. Envir. Eng. Div, ASCE, 108(EE5): 1003-1013

Dewey, R.J., 1984, "Application of Stochastic Dissolved Oxygen Model", J. Envir. Eng. Div, ASCE, Vol. 110, No. 2: 412-429

Esen, I.I., and J.P. Bennet, 1971, "Probabilistic Analysis of Dissolved Oxygen", Paper presented at the First International Symposium on Stochastic Hydraulics, Univ. of Pittsburgh, Pittsburgh, Pa.

George, L.B., W.B.Mills, D.B.Pordella, C.L. Campbell, J.R. Pageenkopf, G.L. Rupp, K.M. Jhonson, W.H. Peter Chan, S.A.

Gherini, 1985, "Rates Constants and Kinetic Formulations in Surface Water Quality Modeling (Second Edition)", U.S. Environmental Protection Agency, Athens GA. 30613, EPA / 600 / 3-85 / 040

Koenig, M., 1986, "Withlacoochee River-QUAL2E model calibration from Clyatville", GA to Ellaville, FL (in preparation), U.S. Environmental Protection Agency, Region IV, Environmental Services Division, Athens, GA.

Leopold, L.B. and T.Maddox, 1953, "The Hydraulic

Geometry of Stream Channels and Some Physiographic Implications", Professional Paper 252, U.S. Geological Survey, Washington, DC.

Masch, F.D. and Associates, 1970, "QUAL-1 Simulation of Water Quality in Streams and Canals", Program Documentation and User's Manual, Texas Water Development Board.

McCutcheon, S.C., 1985, "Water Quality and Streamflow Data for the West Fork Trinity River in Fork Worth", TX, U.S. Geological Survey, Water Resources Investigation Report 84 : 4330, NTSL, MS.

O'Connor, D.J., and W.E. Dobbins, 1958, "Mechanism of Reaeration in natural Streams", Trans. ASCE., 123 : 641-684.

O'Connor, D.J., 1962, "The Effect of Stream Flow on Waste Assimilation Capacity", Proceedings of 17th Industrial Waste Conference, Purdue University, Lafayette, IN, 1-3May, Engineering Extension Series, Vol. 112 : 608-629.

O'Connor, D.J. and D.M. DiToro, 1968, "The Distribution of Dissolved Oxygen in a Stream with Time-Varying Velocity, Water, Res. Res., Vol. 4 : 639-646.

O'Connor, D.J. and D.M. DiToro, 1970, "Photosynthesis and Oxygen Balance in Streams", Jour. San. Eng. Div., ASCE, Vol. 96 : 547-571.

Park, S.S., and C.G. Uchirin, 1990, "Water Quality Modeling Study of the Matchaponix Brook(NJ, USA) :

Application of QUAL2E Model", Kor. J. Lim., Vol. 23, No. 2 : 85-98.

Shih, C.S., 1975, "Stochastic Water Quality Control by Simulation", Water Res. Bull., Vol. 11, No. 3 : 256-266.

Stefan, H.G. and A.C. Demetropoulos, 1981, "Cell-In-Series Simulation of River in Transport", Jour. Hydr. Div., ASCE, Vol. 107 : 975-696.

Streeter, H.W., and E.B. Phelps, 1925, "Study of the pollution and natural Purification of the Ohio River", U.S. public Health Service, Washington, DC, Bulletin No. 146(Reprint 1958).

Thomas, H.A., Jr., 1948.12, "Pollution Load Capacity of Stream", Water and Sewage Works, Vol. 95, No. 11 : 409-413.

TWDB(Texas Water Development Board), 1970, "DOSAG 1 Simulation of Water Quality in Streams and Canals", Program Documentation and User's Manual.

Uchirin, C.G., and W. Ollinger, 1984, "Continuous System and Cell Models : A Statistical Comparison", Ecol. Model., Vol. 38, No. 1 : 85-96.

Water Resources Engineers, Inc., 1973, "Computer Program Documentation for the Stream Quality Model QUAL2-II", Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, System Analysis Branch, Washington, D.C. ■

환경관리인의 적극적인 참여를 바랍니다!

환경인회관건립은 일선에 근무하는 모든 관리인과 관·산·학에 종사하는 진정, 우리의 환경을 아끼고 사랑하는 환경인을 위한 대역사업입니다.

환경관계 모든 자료와 실상을 한눈에 살펴볼 수 있는 환경인회관건립에 현장에서 환경보전을 몸소 실천하는 환경관리인들의 작은 정성이 하나, 둘 모여질 때, 우리 모두의 지대한 소원은 반드시 이루어질 것입니다.

환경인회관 기금모금에 환경관리인의 많은 동참이 있으시길 바랍니다.